

Requested Patent: JP11027879A  
Title: BRUSHLESS DC MOTOR ;  
Abstracted Patent: JP11027879 ;  
Publication Date: 1999-01-29 ;  
Inventor(s): MURAKAMI TOSHIAKI ;  
Applicant(s): SHIBAURA ENG WORKS LTD ;  
Application Number: JP19970178627 19970703 ;  
Priority Number(s): JP19970178627 19970703 ;  
IPC Classification: H02K1/16; H02K21/16; H02K29/00 ;  
Equivalents: ;

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a brushless DC motor which can raise motor efficiency by widening the convergent angle of the magnetic flux of a stator core, thereby raising the effective magnetic flux and also reducing the copper loss. **SOLUTION:** A stator 50 possesses a stator core 51 which is made in circular form, a plurality of magnetic poles 60 which are made in Psi form out of a support 61, arranged in axial direction on the inner diameter side of this stator 51 and arms 62 and 63 provided at this support 61, the first coil 81 a which is wound on the support 61 of each magnetic pole 60, and the second coil 81b which is wound between the arms of the adjacent magnetic poles. Moreover, the rotor 20 possesses permanent magnets 22 in its peripheral direction.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-27879

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 1/16  
21/16  
29/00

H 0 2 K 1/16  
21/16  
29/00

C  
M  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-178627

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月3日

(71) 出願人 000002428

芝浦メカトロニクス株式会社  
神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1

(72) 発明者 村上 俊明

福井県小浜市駅前町13番10号 株式会社芝  
浦製作所小浜工場内

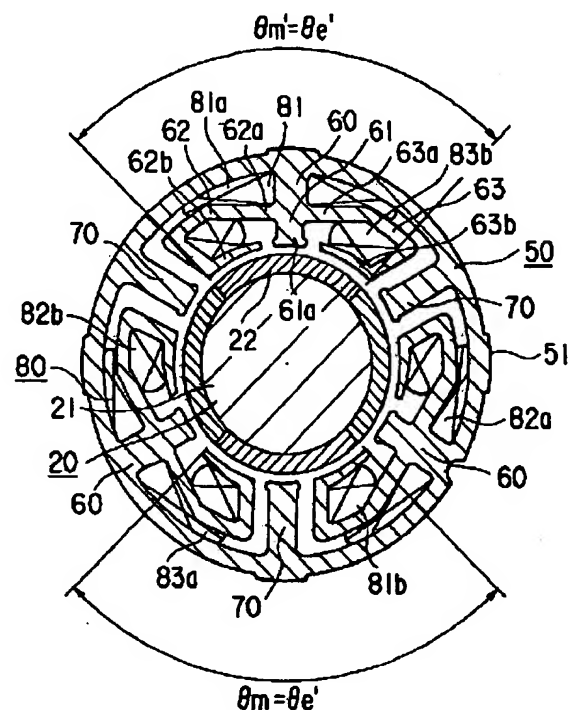
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 ブラシレスDCモータ

(57) 【要約】

【課題】ステータコアの磁束収束角を広げ、有効磁束を高めるとともに、銅損を低減することでモータ効率を高めることができるブラシレスDCモータを提供すること。

【解決手段】ステータ50は、環状に形成されたステータコア51と、このステータコア51の内径側に軸心向きに配置された支持部61及びこの支持部61に設けられた腕部62、63とからψ字状に形成された複数の磁極60と、各磁極60の支持部61に捲回された第1コイル81aと、隣接する上記磁極の腕部の間に捲回された第2コイル81bとを具備し、ロータ20はその周方向に沿って永久磁石22を具備するようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】環状に形成されたステータと、このステータ内に同軸的に配置されたロータとを備えたブラシレスDCモータにおいて、

上記ステータは、環状に形成されたステータコアと、このステータコアの内径側に軸心向きに配置された支持部及びこの支持部に設けられた腕部とから $\Psi$ 字状に形成された複数の磁極と、

各磁極の支持部に捲回された第1コイルと、隣接する上記磁極の腕部間に捲回された第2コイルとを具備し、

上記ロータはその周方向に沿って永久磁石を具備していることを特徴とするブラシレスDCモータ。

【請求項2】上記ロータの上記永久磁石は周方向に間欠的に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ブラシレスDCモータに関し、特にモータ効率を高めることができるものに関する。

【0002】

【従来の技術】図2は従来のブラシレスDCモータに組込まれたステータ10及びロータ20の一例を示す断面図である。ステータ10は、環状に形成された金属材料製のステータコア11と、このステータコア11から周方向に所定の間隔をあげ、半径方向内方に延びる複数の磁極12と、この磁極12に捲回されたU相、V相、W相の3相から形成されているコイル13を備えている。また、磁極12は、突起部12aと、突起部12aの先端部において周方向両側に突出し、ステータコア11の軸心側に配置されるロータ20に対向する対向部12bとから構成されている。

【0003】ロータ20は、ロータヨーク21と、このロータヨーク21の外周部に配置された永久磁石22とを備えている。この永久磁石22の中心角 $\theta_m'$ は電気角で $180^\circ$ である。

【0004】図7は従来のブラシレスDCモータに組込まれたステータ10及びロータ30の別の例を示す図である。なお、ステータ10は上述した図2におけるステータ10と同一構造のものである。

【0005】ロータ30は、ロータヨーク31と、このロータヨーク31の外周部に間欠的に配置された永久磁石32とを備えている。この永久磁石32の中心角 $\theta_m$ は電気角で $120^\circ$ である。

【0006】図4の(a)は従来のブラシレスDCモータに組込まれたステータ40の要部を示す図である。ステータ40は、環状に形成された金属材料製のステータコア41と、このステータコア41から周方向に所定の間隔をあげ、半径方向内方に延びる複数の磁極42とを備

えている。

【0007】このようなステータ40に対し、第1コイル43は1つおきの磁極42毎に捲回され、第2コイル44は前記第1コイル43が捲回された磁極42の間の磁極42毎に捲回されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来のブラシレスDCモータでは、次のような問題があった。すなわち、図7に示すようなステータ10では、磁束収束角 $\theta_e$ が狭く、誘起電圧の波形はおおよそ電気角で $120^\circ$ しかない。したがって、永久磁石32の磁束を有効に活用できなかった。

【0009】このため、誘起電圧の波形の電気角を $120^\circ$ にしようとする、図2に示すように永久磁石中心角 $\theta_m$ を電気角で $180^\circ$ まで広げなければならない。これによりロータ20の慣性が大きくなり、起動、停止時間が長くなり、応答性、制御性が低下する。また、制御性を向上させようとする大きなトルクが必要となり、モータが大形化するという問題があった。

【0010】一方、図4の(a)に示すようなステータ40にあっては、磁極の範囲を広げようすると、複数の磁極に亘ってコイルを捲回する必要がある。このため、第1コイル43及び第2コイル44の平均長が長くなることに伴って、銅損が大きくなり、モータ効率が低下する虞があった。

【0011】そこで本発明は、ステータコアの磁束収束角を広げ、有効磁束を高めるとともに、銅損を低減することでモータ効率を高めることができるブラシレスDCモータを提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、請求項1に記載された発明は、環状に形成されたステータと、このステータ内に同軸的に配置されたロータとを備えたブラシレスDCモータにおいて、上記ステータは、環状に形成されたステータコアと、このステータコアの内径側に軸心向きに配置された支持部及びこの支持部に設けられた腕部とから $\Psi$ 字状に形成された複数の磁極と、各磁極の支持部に捲回された第1コイルと、隣接する上記磁極の腕部の間に捲回された第2コイルとを具備し、上記ロータはその周方向に沿って永久磁石を具備するようにした。

【0013】請求項2に記載された発明は、請求項1に記載された発明において、上記ロータの上記永久磁石は周方向に間欠的に配置されている。上記手段を講じた結果、次のような作用が生じる。すなわち、請求項1に記載された発明では、ステータコアの内径側に軸心向きに配置された支持部及びこの支持部に設けられた腕部とから $\Psi$ 字状に形成された複数の磁極と、各磁極の支持部に捲回された第1コイルと、隣接する磁極の腕部の間に捲回された第2コイルとを具備するようにしたので、磁束

収束角度を広くすることができる。このため、永久磁石の磁束を有効に利用することができ、大型化することなく高出力を得ることができる。また、複数の磁極に亘って第1コイルや第2コイルを捲回する必要がないので、コイルの平均長を短くすることができ、銅損を低減し、高効率のモータとすることができる。

【0014】請求項2に記載された発明では、ロータの永久磁石は周方向に間欠的に配置されているので、ロータの重量を軽減することができ、制御性を高めることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータ50及びロータ20を示す正面図である。なお、図1において上述した図2と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0016】ステータ50は、環状に形成されたステータコア51と、このステータコア51の内径側に設けられた3つの磁極60と、これら磁極60相互間に配置された副磁極70と、磁極60に後述するように捲回されたコイル80とを備えている。

【0017】磁極60は、軸心向きに配置された支持部61と、この支持部61にその基端部62a、63aが設けられるとともに周方向に延び、かつ、フック状に折り曲げられて形成された腕部62、63とを備えている。支持部61の先端部61a及び腕部62、63の先端部62b、63bはロータ20の永久磁石22に対向するように形成されており、その範囲、すなわち磁束収束角 $\theta e'$ は電気角で $180^\circ$ となる。

【0018】コイル80は、U相81、V相82、W相83の3相から形成されている。U相81は、磁極60の支持部に捲回された第1コイル81aと、隣接する磁極60の腕部62、63の間に捲回された第2コイル81bとを備えている。同様にV相82は、磁極60の支持部に捲回された第1コイル82aと、隣接する磁極60の腕部62、63の間に捲回された第2コイル82bとを備えている。同様にW相83は、磁極60の支持部に捲回された第1コイル83aと、隣接する磁極60の腕部62、63の間に捲回された第2コイル83bとを備えている。

【0019】このように構成されたステータ50を備えたブラシレスDCモータは、次のように作用する。なお、図3は本第1の実施の形態と図2に示す従来の場合とを比較するグラフである。

【0020】図3の(a)は総磁束量(総磁束量の変化)の波形を示しており、図3の(b)~(d)はU相81、V相82、W相83のそれぞれの端子に発生する起電力又は誘起電圧、図3の(e)はU相81、V相82端子間の誘起電圧を示している。

【0021】また、図3の(f)~(j)は比較のため

に従来のステータ10について示したものである。すなわち、図3の(f)は磁極12における誘起電圧の波形を示しており、図3の(g)~(i)はU相、V相、W相のそれぞれの端子に発生する起電力、図3の(j)はU相、V相端子間の誘起電圧を示している。

【0022】図3からも明らかなように、ステータ50の磁束収束角 $\theta e'$ が電気角で $180^\circ$ となり、永久磁石22の磁束を有効に利用することができるため、起電力が増加する。このため、同じロータ20を用いた場合でも起電力を大きくでき、出力の大きいブラシレスDCモータを得ることができる。

【0023】一方、図4の(b)に示すように第1コイル81aについては1つの磁極60の支持部61の周囲にのみ捲回し、第2コイル81bについては隣接する腕部62、63の周囲にのみ捲回すればよいので、捲回する範囲が図4の(a)に示すような場合よりも平均長を短くすることができる。このため、銅損を減少させることができる。このため、モータ効率を高めることが可能となる。

【0024】また、磁極60間には副磁極70が配置されているので、磁束密度の急激な変化が生じず、円滑な回転を行わせることができる。上述したように本第1の実施の形態に係るブラシレスDCモータでは、磁束収束角を広げることで、大型化することなく出力を増加させることができるとともに、銅損を減少させてモータ効率を高めることが可能となった。

【0025】図5は上述したコイル80の捲回状態を示す図である。コイル80は、図5の(a)に示すように第1コイル81a及び第2コイル81bのピッチP1、P2は均一になるように設けてもよい。また、図5の(b)に示すようにそれぞれのピッチP1'、P2'が第1コイル81a及び第2コイル81bの捲回中心側が密となるように設けてもよい。なお、図5の(b)に示した方が、図5の(a)に示した方に比べてコイル80の平均長が短くなる。このため、さらに銅損を低減できる。

【0026】図6は本発明の第2の実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータ50及びロータ30を示す正面図である。なお、図1及び図7において上述した図2と同一機能部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0027】本第2の実施の形態に係るブラシレスDCモータが上述した第1の実施の形態に係るブラシレスDCモータと異なる点は、永久磁石が間欠的に設けられている点にある。

【0028】このように構成されたステータ50及びロータ30を備えたブラシレスDCモータは、次のように作用する。なお、図8は本第2の実施の形態と図7に示す従来の場合とを比較するグラフである。

【0029】図8の(a)は総磁束量(総磁束量の変

化)の波形を示しており、図8の(b)～(d)はU相81、V相82、W相83のそれぞれの端子に発生する起電力又は誘起電圧、図8の(e)はU相81、V相82端子間の誘起電圧を示している。

【0030】また、図8の(f)～(j)は比較のために従来のステータ10について示したものである。すなわち、図8の(f)は磁極12における総磁束量(総磁束量の変化)の波形を示しており、図8の(g)～(i)はU相、V相、W相のそれぞれの端子に発生する起電力、図8の(j)はU相、V相端子間の誘起電圧を示している。

【0031】図8からも明らかなように、ステータ50の磁束収束角 $\theta e'$ が電気角で $180^\circ$ となり、永久磁石32の磁束を有効に利用することができるため、起電力が増加する。このため、同じロータ30を用いた場合でも起電力を大きくでき、出力の大きいブラシレスDCモータを得ることができる。

【0032】一方、図2に示すようなステータ10とロータ20との組合せと比較した場合には、図3の(f)～(j)に示すように起電力はほぼ等しくなる。しかしながら、ロータ30の永久磁石32は間欠的に設けられているため、例えば、永久磁石22に比べてその重量を約2/3とすることができる。このため、ロータ20に比べて慣性が小さくなる。したがって、起動、停止時間が短くなり、応答性、制御性が向上する。また、より小さなトルクで制御性を向上させることができるので、モータを大形化させる必要がない。

【0033】上述したように本第2の実施の形態に係るブラシレスDCモータでは、磁束収束角を広げること、大型化することなく出力を増加させることができる。また、出力を一定とした場合には永久磁石の量を減らすことができるので、ロータの慣性を低減でき、制御性を向上させることが可能となる。さらに、材料コストの低減にも寄与できる。

【0034】図9は本発明の第3の実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータ100を示す図である。このステータ100は、ステータコア101と、6つの磁極102とを備えている。このような場合でも、磁束収束角を広げることにより、起動力を増加させることができる。したがって、同じロータを用いた場合には、大型化することなく高出力を得ることができる。また、出力を一定とした場合には、永久磁石を間欠的に配置したものを用いることができるので、ロータの慣性を低減できる。なお、本発明は上述した各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

【0035】

【発明の効果】請求項1に記載された発明によれば、ス

テータコアの内径側に軸心向きに配置された支持部及びこの支持部に設けられた腕部とから $\Psi$ 字状に形成された複数の磁極と、各磁極の支持部に捲回された第1コイルと、隣接する磁極の腕部の間に捲回された第2コイルとを具備するようにしたので、磁束収束角度を広くすることができる。このため、永久磁石の磁束を有効に利用することができ、大型化することなく高出力を得ることができる。また、複数の磁極に亘って第1コイルや第2コイルを捲回する必要がないので、コイルの平均長を短くすることができ、銅損を低減し、高効率のモータとすることができる。

【0036】請求項2に記載された発明によれば、ロータの永久磁石は周方向に間欠的に配置されているので、ロータの重量を軽減することができ、制御性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータ及びロータを示す断面図。

【図2】従来のブラシレスDCモータに組込まれたステータ及びロータの一例を示す断面図。

【図3】第1の実施の形態に係るブラシレスDCモータと従来のブラシレスDCモータにおける性能を比較する図。

【図4】従来のブラシレスDCモータと第1の実施の形態に係るブラシレスDCモータにおけるコイルの平均長を示す図。

【図5】同ブラシレスDCモータに組込まれたスロットへのコイルの捲回状態を示す図。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータ及びロータを示す断面図。

【図7】従来のブラシレスDCモータに組込まれたステータ及びロータの別の例を示す断面図。

【図8】第2の実施の形態に係るブラシレスDCモータと従来のブラシレスDCモータにおける性能を比較する図。

【図9】第3の実施の形態に係るブラシレスDCモータに組込まれたステータを示す断面図。

【符号の説明】

20、30…ロータ

50、100…ステータ

51、101…ステータコア

60…磁極

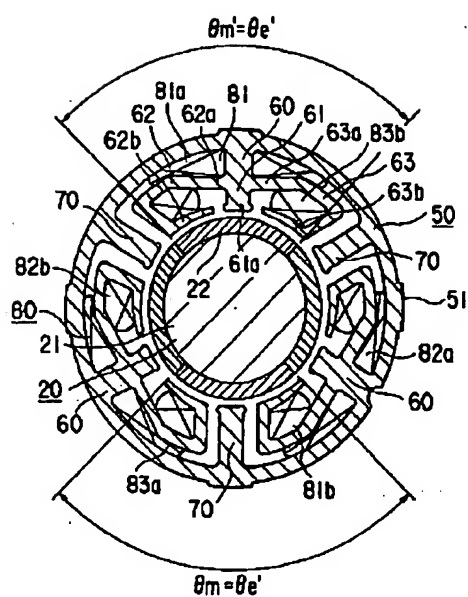
61…支持部

62、63…腕部

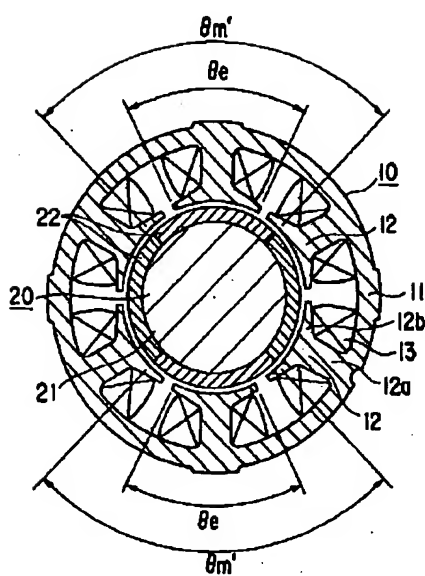
70…副磁極

80…コイル

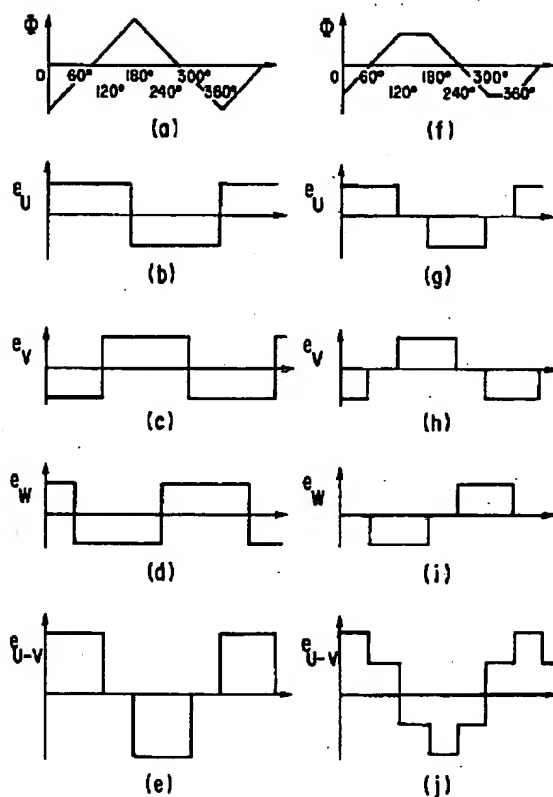
【図1】



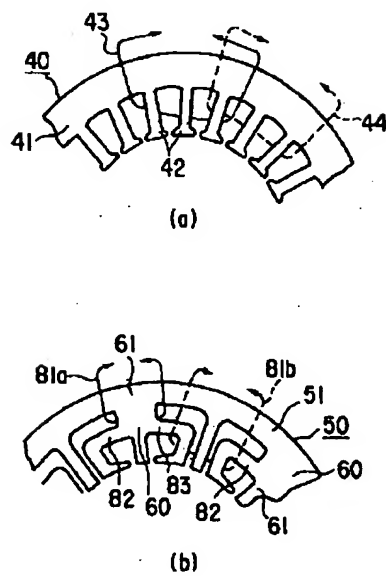
【図2】



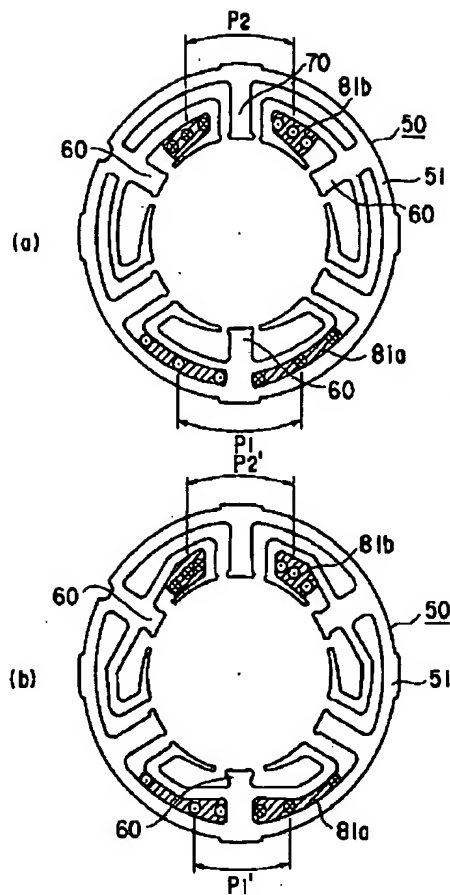
【図3】



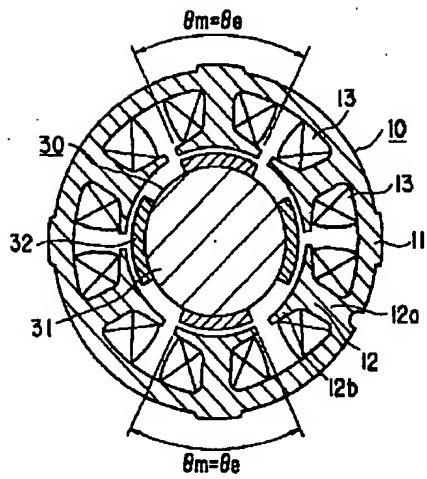
【図4】



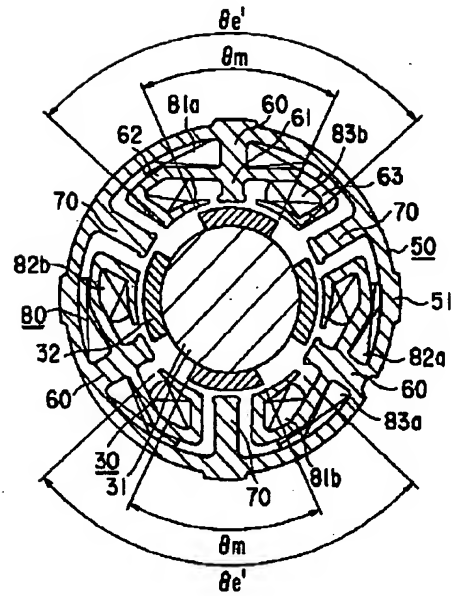
【図5】



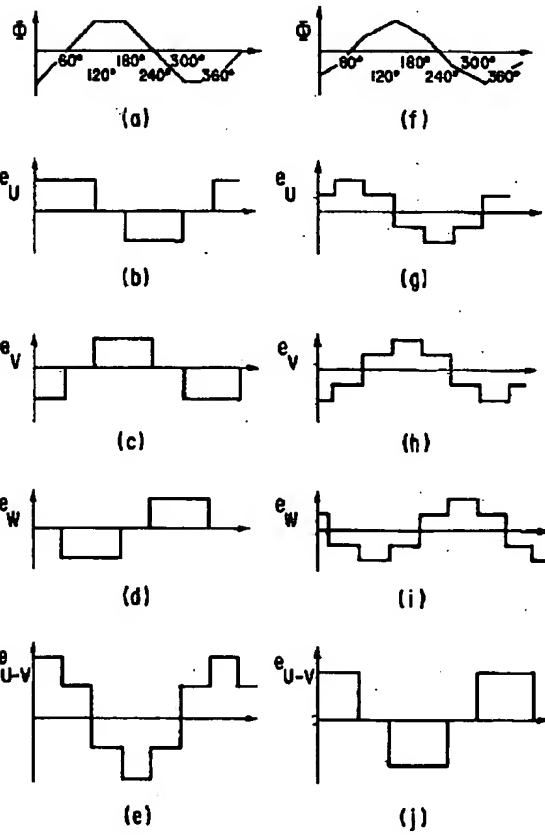
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

